

Study of fusion reactions and particle-to-fission competition

著者	Nakagawa Takahide
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 281, 1985. 3. 25
発行年	1985
URL	http://hdl.handle.net/2241/4782

氏 名 (本 籍) ^{なか}中 ^{がわ}川 ^{たか}孝 ^{ひで}秀 (東京都)

学 位 の 種 類 理 学 博 士

学 位 記 番 号 博 甲 第 281 号

学 位 授 与 年 月 日 昭和60年 3 月25日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 5 条第 1 項該当

審 査 研 究 科 物理学研究科 物理学専攻

学 位 論 文 題 目 Study of Fusion Reactions and Particle-to-Fission Competition
(核融合反応及び核分裂と蒸発の競争過程の研究)

主 査 筑波大学教授 理学博士 三 雲 昂

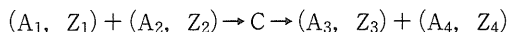
副 査 筑波大学教授 理学博士 八 木 浩 輔

副 査 筑波大学助教授 理学博士 古 野 興 平

副 査 筑波大学助教授 理学博士 李 相 茂

論 文 の 要 旨

重イオン核反応



において、中間状態Cとして、2つの核が融合して複合核 $C = (A_1 + A_2, Z_1 + Z_2)$ を形成する核融合反応は核反応の最も基本的な問題である。Cの形成とその崩壊の過程を解明することは、核反応機構と、高励起・高スピンの原子核の構造を理解する上で、現在の核物理学の最重要課題の1つである。最近加速器・測定技術・データ処理技術の進歩に伴って、対象となる衝突系の種類も、エネルギー範囲も飛躍的に増大して来た。著者は、複合核Cの形成過程として、核融合断面積を入射チャンネル(弾丸・標的の質量・原子番号)、入射エネルギーを広範囲にかえて、系統的な振舞いをしらべ、殊に断面積が入射チャンネルの種類・複合核の性質の、いずれによって強く支配されるかを追求した。一方Cの崩壊過程として、いくつかの軽い粒子を放出する蒸発過程と、核が2つに分かれる核分裂過程の競合の法則性を見出そうとした。

以上の目的から、筑波大学加速器センターのペレトロン加速器を用い、また研究を更に重い系・高いエネルギー領域に発展するために、フランス・ストラスプールの原子核研究所のタンデム加速器を用いて、日仏共同研究を行った。衝突系としては、70–140MeV¹⁶Oビームを^{64,68}Zn, ^{107,109}Ag, ^{116,124}Sn, ^{170,174}Ybの標的に、また140–200MeV³²Sビームを^{144,154}Sm標的に照射した。崩壊後の反応生成物の測定は、蒸発過程の残留核に関しては、パルス化されたビームを用いて飛行時間測定法(TOF法)を用い、核分裂片については、気体比例計数管中にSi半導体検出器を多数個

セットし、 $\Delta E-E$ カウンターレテスコープとして多角度の同時計測を行った。

この実験を通じて得られた結果は、次の通りである。先ず融合反応については、断面積は複合核より入射チャンネルにより大きく支配される。また核蒸発と核融合の競合に対しては、角運動量 J に対して、ある臨界値 J_{ER} が存在し、 $J < J_{ER}$ の時は核蒸発が支配的で、 $J > J_{ER}$ になると核分裂が優勢になることを発見した。さらに J_{ER} は複合核の性質によって決まり、従って標的核の同位体によって大きく異なる一方、同じ複合核に対しては、入射チャンネルの違いや複合核の内部エネルギーによらず一定値を示すことを見出した。また、他の研究者の広範囲の入射系とエネルギー領域の結果を加えると、 J_{ER} は Z^2/A (Z, A は複合核の原子番号及び質量数) の滑らかな関数で、 $Z^2/A \leq 30$ では $J_{ER} \leq 65\hbar$ で、 $30 \leq Z^2/A \leq 40$ では Z^2/A と共に単調に減少し、 $Z^2/A \geq 40$ で 0 に近づくとという系統性が得られた。このことは非常に重い原子核の生成の可能性を探るために重要な指針を与える。

著者は上述の実験によって得られた系統性を、理論物理学者と協力して開発した理論によって解析した。すなわち、核融合断面積に対しては、現象論的なポテンシャルを導入して、“新しい臨界距離模型”を提唱し、著者等の実験結果は勿論、広範囲の系とエネルギー領域にわたるデータもよく再現することができた。また核蒸発・核分裂の競合に対しては、核反応の統計理論として有名な Hauser-Feshbach 法を拡張して、競争過程の詳細な様子を追跡し理解するに止まらず、更に実験結果の予言にまで発展させた。

審 査 の 要 旨

現在の核物理学にとって最も重要な問題の1つである重イオン核融合の問題について、著者は実験及び理論的解析において大きな寄与をした。すなわち実験的には周到な準備と技術の開発を進め、比較的軽いイオンと中重核・重核の系において、核融合断面積及び複合核の崩壊における競合過程の法則性を発見した。またこれらの実験結果及び広範囲なデータに対して、 J_{ER} の系統性、核蒸発・核分裂の競合のデータを理論的に解明したばかりでなく、重要な物理量の予言に迄発展させた。

以上のように著者は実験・理論両面において、核融合の理解を発展させた。著者は筑波のみならずストラスブールにおいて、短時日のうちに研究を成功させた実力は、フランス人研究者からも高く評価されている。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものとみとめる。